Aus der Universitäts-Hautklinik der Albert-Ludwigs-Universität
Freiburg im Breisgau. (Direktor Prof. Dr. G. A. Rost).

Röntgenveränderungen der Mundhöhle.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
bei der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Albert-Ludwigs-Universität
Freiburg im Breisgau
vorgelegt von

Hans Ochsen
approb. Zahnarzt
aus Eutin (Holstein)

1933
Buchdruckerei Karl Henn, Freiburg im Breisgau.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Freiburg im Breisgau.

Dekan:
Prof. Dr. Löhlein

Referent:
Prof. Dr. G. A. Rost

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Röntgenveränderungen der Mundhöhle.

Schon kurze Zeit, nachdem sich die ärztliche Wissenschaft die Eigenschaften der Röntgenstrahlen durch Experimente für diagnostische Zwecke dienstbar zu machen suchte, findet man die ersten Berichte über Röntgenveränderungen besonders der Haut durch längere Einwirkung der Strahlen (1896). Diese Beobachtungen gaben schon damals manchen Forschern den Anlass für therapeutische Versuche wie z. B. Freund über die Epilationswirkung. Bis etwa 1900 häuften sich in den Fachblättern die Beschreibungen von Strahlenschädigungen besonders der Ärzte und Physiker, die mit Röntgenstrahlen arbeiteten.

Naturgemäss suchte man die Ursache dieser Strahlenwirkung festzustellen. Es wurden die mannigfachsten Hypothesen aufgestellt, wobei man eine direkte Einwirkung auf die Zelle ablehnte. Erst durch grundlegende physikalische, histologische und physiologische Untersuchungen kam man zu der Überzeugung, dass die Röntgenstrahlen selbst diese Veränderungen hervorrufen und zwar dadurch, dass sie eine Schädigung der Zelle herheiführen. Ob diese durch Störung des elektro-energetischen Gleichgewichts, Zerfallstoxine geschädigter Zellen oder Phagozytose dieses durch gesund gebliebene Zellen, ist heute noch nicht geklärt. Man nimmt jedoch an, dass diese drei Faktoren zusammenwirken und die Gewebsveränderungen hervorrufen.

Durch diese Forschungen wurden die biologischen Wirkungen der Röngenstrahlen eingehend bearbeitet

und konnten der Therapie in umfassender Weise dienstbar gemacht werden. Heute sind die Röntgenstrahlen eins der wichtigsten Heilmittel.

Die Schwierigkeit der Anwendung liegt in der richtigen Dosierung. Es ist bekannt, dass kleine Dosen einen Wachstumsreiz hervorrufen, mittlere lähmend und hohe Dosen tötend auf die Zelle wirken. Hierbei ist die Empfindlichkeit der einzelnen Zellelemente verschieden. Abhängig ist diese von der Wachstumsgeschwindigkeit der Zelle selbst und dem möglichen Abstand der Höchstleistung von der täglichen Leistung des betreffenden Gewebes. Ist dieser gross, dann besitzt die betreffende Zellgruppe eine geringe relative Strahlenempfindlichkeit, ist er jedoch klein, eine grosse. Wenn sich uun dieser Abstand durch irgend eine Gewebsalteration verringert, steigt in gleichem Masse die Strahlenempfindlichkeit. Umgekehrt kann die latente Wirkung der Röntgenstrahlen Gewebsveränderungen herbeiführen, wenn nachträglich das bestrahlte Gebiet einer Schädigung ausgesetzt wird. Ferner kann eine Schädigung durch Kumulation (Perthes) bei zwar richtiger Einzeldosis, aber zu schneller oder häufiger Bestrahlungsfolge eintreten.

Für den Effekt ist jedoch nicht nur die angewandte Strahlenmenge, sondern auch die Qualität dieser massgebend. Weiche Strahlen entfalten ihre Wirkung nur an der Oberfläche, während die harten Strahlen diese durchdringen und erst in der Tiefe absorbiert werden. Die gewünschte Qualität wird durch die Härte der Röhre und Filterung der Strahlen bestimmt.

Nicht nur durch die verschiedene Strahlenempfindlichkeit der einzelnen Organgruppen und auch der einzelnen Individuen auf Grund ihrer Konstitution und Disposition, wobei nach neueren Beobachtungen wahrscheinlich auch der Reaktionslage des Säure-Basengleichgewichts Bedeutung zukommt, sondern

auch infolge Fehlens exakter rein physikalischer Dosierungsmöglichkeiten, bedingt durch die Kompliziertheit und Verschiedenheit der Apparaturen, ist man gezwungen, mit biologischen Werten zu arbeiten. Um diese zu erreichen und eine Vergleichsbasis zu besitzen, sind als Grundlage der Therapie bestimmte physikalische Werte festgesetzt, wie bei der HED (Hauteinheitsdosis).

Wintz definiert die HED folgendermassen: „Die HED ist diejenige Röntgenstrahlenenergiemenge, die unter gewissen physikalischen Bedingungen (genau festgelegt) an der normalen menschlichen Haut nach 8—10 Tagen eine Rötung, nach 4 Wochen eine leichte Bräunung des Bestrahlungsfeldes hervorruft. Man fügt der Bezeichnung HED die Zahl der Bestrahlungszeit in Minuten ausgedrückt hinzu. Dieses Mass gibt uns die höchstzulässige Dosis und kann überall kontrolliert und reproduziert werden. Dabei ist es gleichgültig, ob die Dosis auf einmal oder in Teilbestrahlungen gegeben wird".

Aus Untersuchungen von Ritter, Rost und Krüger geht jedoch hervor, dass die Maximaldosis unterhalb der HED liegt und man also, um Schäden zu vermeiden, in der Regel nicht mit der vollen HED bestrahlen darf. Obige Autoren arbeiten mit dem Epilationseffekt als Maximaldosis, d. h. der Dosis, die einen vorübergehenden Haarausfall, jedoch noch kein Erythem hervorruft. Die diesem biologischen Effekt äquivalente physikalische Dosis wurde von ihnen für verschieden Strahlenqualitäten mit dem Sabouraudschen Dosimeter festgestellt.

Die Sabouraudsche Methode, die vielfach in der Dosimetrie angewandt wird, beruht auf Farbvergleich gleichzeitig der Bestrahlung ausgesetzter Baryum-Platincyanürtabletten mit einem Standartfarbwert bei gleicher Strahlenqualität.

Das Mass der Qualität gibt die Bezeichnung HWS (Halbwertschicht) an. Es ist diejenige Schichtdicke des Filters, gemessen in Aluminium, die die Intensität der Strahlen um die Hälfte herabsetzt, d. h. die Hälfte resorbiert.

Internationale Bestrebungen gehen dahin, das Dosierungsproblem durch eine rein physikalische Dosierung nach r (Röntgen) zu lösen. Diese Dosierung hat sich jedoch noch nicht allgemein durchgesetzt, vielmehr wurde auf diesem Gebiete mehr Gebrauch von der deutschen R Einheit gemacht.

Nach Behnken ist ein R (Röntgen) die absolute Einheit der Röntgenstrahlen Dosis, die von der Röntgenstrahlenenergiemenge geliefert wird, die bei der Bestrahlung von 1 ccm Luft von 18 Grad Temperatur und 760 mm Druck bei voller Ausnützung der in der Luft gebildeten Elktronen und bei Ausschaltung von Wandwirkungen eine so starke Leitfähigkeit erzeugt, dass die bei Sättigungsstrom gemessene Elektrizitätsmenge eine elektrostatische Einheit beträgt.

Nach Wintz und Rump entsprechen etwa 500 R einer HED. Der iontometrisch festgestellte Wert H beträgt je nach der Strahlenqualität den zehnten bis zwölften Teil der HED. Es ergibt sich dann schematisch etwa folgendes Verhältnis:

10—12 H = 1 HED = 500 R.

Auf Grund der in der Literatur zumeist angegebenen Dosierung nach HED sind der Einheitlichkeit wegen andere Angaben im Folgenden durch diese ersetzt.

Man kann die Röntgenveränderungen in 3 grosse Gruppen einteilen, die der Haut, die der tieferliegenden Gewebe und Organe sowie die Allgemeinerscheinungen. Es würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, auf alle drei Gruppen einzugehen, angezeigt

erscheint es jedoch, die Hautveränderungen schematisch kurz zu streifen, wobei ich die Angaben hauptsächlich von Flaskamp zugrunde lege.
An der Haut tritt nach einer Dosis von mindestens 60% der HED kurze Zeit nach der Bestrahlung ein Früherythem auf von einer zarten Rosa- bis Rotfärbung. Dieses besteht etwa 2—3 Tage und verschwindet dann langsam wieder. Höhere Dosen bewirken hier nur eine Verlängerung des Höhepunktes und Wiederabklingens.

Nach etwa 100% der HED und mehr stellt sich ungefähr 8—10 Tage nach der Bestrahlung das Haupterythem ein. Die Angaben über die Latenzzeit sind bei den einzelnen Autoren jedoch recht unterschiedlich. Nach Ritter, Rost und Krüger tritt die Reaktion z. B. in der Regel erst nach drei Wochen oder später auf. Das Haupterythem ist ebenfalls durch eine Rötung gekennzeichnet, die das Bestrahlungsfeld nicht überschreitet und etwa nach achttägigem Bestehen in das Pigmentstadium übergeht. Es tritt allmählich eine Braunfärbung ein, die Monate bis Jahre bestehen bleiben kann. Mit der Pigmentbildung ist an behaarten Körperstellen regelmässig Haarausfall verbunden, der jedoch auch bei etwas geringeren Dosen ohne weitere Hauterscheinungen eintritt. Das Pigmentstadium ist relativ irreversibel, ausserdem stellt die bestrahlte Hautpartie einen locus minoris resistentiae dar.

Über 110% der HED können im Anschluss an die oben genannten Stadien eine Dermatitis hervorrufen, deren Symptome denen der Ultraviolett-Verbrennung in ihren drei Graden gleicht.

Steigt die Dosis über 130% der HED, so kann es zur Bildung eines Röntgen-Ulcus kommen, und zwar 6—8 Wochen und mehr nach der Bestrahlung, oder auch später nach Jahren noch als Spät- oder auch

Kombinationsschädigung. Klinisch bietet sich ein Ulcus dar mit scharfem wie ausgestanzt aussehenden Rand. Das Zentrum ist nekrotisch und blaurot, schliesslich schmierig-schwärzlich bis grünlichgelb verfärbt, die Umgebung ödematös infiltriert. Es kommt zur Bildung von Schorf, der durch sezernierte Flüssigkeit oft wieder abgehoben wird. Durch infektiöse Prozesse kann die Bestrahlungsgrenze überschritten werden. Oft bleibt der meist von erheblichen Schmerzen begleitete Prozess jahrelang stationär, teils kommt es zu erneuten Zerfall, teils zu atypischer Vernarbung.

Durch Summierung kleinerer Strahlenmengen entsteht die chronische Röntgendermatitis, besonders bei Personen, die beruflich viel mit Röntgenstrahlen arbeiten. Sie ist gekennzeichnet zunächst durch ein Erythem, dem Atrophie der Haut mit Bildung von Teleangiektasien bei abnormer Trockenheit der Haut folgt. Schliesslich kommt es zu umschriebenen oder diffusen Hyperkeratosen mit Neigung zu ulcerierender karcinomatöser Entartung.

Die einzelnen Zellformen der Haut zeigen eine verschieden starke Radiosensibilität. Nach Untersuchungen Rosts ist von der Epidermis die Keimschicht am strahlenempfindlichsten. Hochstrahlenempfindliche Organe der Haut sind ausserdem die Haarpapillen, Endothelzellen der Kapillaren, Drüsenepithelien und fixen Bindegewebszellen der Cutis. Fast nicht beeinflusst dagegen werden die Hornschicht der Epidermis und die Fibrillen und elastischen Fasern der Cutis.

Die zelligen Veränderungen bestehen besonders in einer Schädigung der Zellmembran und der Kerne. Kernteilungsvorgänge finden im degenerativen Stadium überhaupt nicht mehr statt.

In der Therapie der Mundkrankheiten ist von der Anwendung der Röntgenstrahlen relativ wenig Ge-

brauch gemacht worden. Der Grund ist wohl darin zu suchen, dass die extraorale Applikation Schwierigkeiten in der Dosierung bereitet und der intraoralen sich Hemmungen technischer Art in den Weg stellen. Auch sind bei der ersteren Schädigungen der äusseren Haut, der Kieferknochen und des Kehlkopfes sehr gefürchtet. Hinzu kommt noch, dass bei den meisten Erkrankungen der Mundhöhle andere therapeutische Mittel ebensogut wirken.

Uhlmann nennt Lichen ruber, Lippenekzem, Leukoplakie, Lingua geographica und Tumoren als Erkrankungen, die sich günstig beeinflussen lassen.

Ausgedehntere Anwendung fanden die Röntgenstrahlen lediglich bei der Behandlung maligner Mundhöhlentumoren, wo mittels hoher Dosen (Goutard) gute Erfolge erzielt wurden. Seitdem jedoch heute exakte Messverfahren für die Radiumtherapie vorhanden sind, nimmt man auch hier mehr und mehr von ihrer Verwendung Abstand. In der Universitätshautklinik Freiburg (Rost) trifft dies auch für die Therapie des Schleimhautlupus zu.

In den letzten Jahren ist ein neues und aussichtsreiches Gebiet der Strahlenbehandlung hinzugekommen, die Bestrahlung entzündlicher Veränderungen mittels kleiner Dosen (10—20% HED). Auf Grund ausgezeichneter Erfolge setzt sich in der Therapie der entzündlichen Erkrankungen im Mundhöhlenbereich besonders Pordes hierfür ein. Auch bei der Parodontose ist diese Röntgenschwachbestrahlung mit gutem Erfolge verwandt worden. So gelang es Weinberger, mit kleinen Dosen Stillstand und Ausheilung der diffusen Alveolaratrophie zu erzielen. Erwähnt sei noch, dass Dohan mit etwa $^1/_4$ HED die „Epilation" der Haarzunge gelang.

Auf Grund dieser Entwicklung in der Therapie ist es erklärlich, dass Röntgenveränderungen in der

Mundhöhle nur noch selten und dann meist als Nebenbefund bei Bestrahlungsschäden der benachbarten Körperregionen zur Beobachtung kommen.

Bei der in den Zahnheilkunde zu diagnostischen Zwecken benutzten Apparatur ist eine Schädigung kaum möglich, wie Münzesheimer und Kuppenheim feststellen:

„Die der Haut des Patienten verabfolgte Sekundendosis beträgt bei 20 cm Fokalabstand bei 10 mA Röhrenstromstärke etwa 1,11 R, bei 20 mA etwa 2,22 R. Nimmt man weiter an, dass die mittlere Belichtungszeit 3 Sek. beträgt, so bekommt der Patient ungünstigenfalls bei einer Aufnahme 6,66 R verabfolgt. Selbst wenn man nun die sehr strengen Forderungen, die Braun, Haase und Küstner für die Toleranzdosis aufgestellt haben, — sie lassen nur 100 R zu — sich zu eigen macht, dann dürfen Immer noch 15 Aufnahmen auf das gleiche Hautfeld gemacht werden, ohne dass die Gefahr eine Strahlenschädigung gegeben ist."

Bevor ich auf die Röntgenerscheinungen an den die Mundhöhle bildenden Geweben und Organen im einzelnen eingehe, erscheint es mir angezeigt, einen von Gotthard 1919 beobachteten Fall voranzuschicken, der sich durch Vielheit der Veränderungen auszeichnet, und zugleich ein Beispiel für die perkutane Strahlenwirkung ist.

Bei einer Patientin, die wegen Schwellung der Lymphoglandulae submaxillares mit Röntgenstrahlen behandelt wurde, trat nach 5 Bestrahlungsserien von je 1 HED eine harte Infiltration beider Unterkiefergegenden auf. Es handelte sich sicher um ein chronisch indurierendes Hautödem, denn schon 130% der HED genügen, um diese Erscheinung auszulösen (Flaskamp). Damals war dies Krankheitsbild noch nicht bekannt, und es wurden infolge der Fehl-

diagnose Sklerodermie bezw. chronische Halsphlegmone weitere hohe Dosen angewandt, wobei die Patientin bei normalem Erythem der äusseren Haut über Schmerzen und Trockenheit im Munde klagte. In Verbindung mit einem Gesichtsödem machte sich eine weitere Verhärtung der Unterkiefergegend bemerkbar, auch traten neuralgische Schmerzen im Trigeminusgebiet auf. Die Trockenheit im Munde nahm zu, und die Schleimhaut und das Zahnfleisch ulcerierten. Weiterhin stellten sich Schluckbeschwerden und Heiserkeit ein. Die Zähne fielen in grossem Umfange der Caries anheim, besonders stark betroffen waren die des Unterkiefers, wo nur teilweise noch Zahnreste vorhanden waren. Ein besonders charakteristisches Bild boten die noch vorhandenen Zähne dadurch, dass der Schmelz vollständig verloren ging. Soweit die Pulpen nicht der Caries zum Opfer gefallen waren, reagierten sie auf alle Reize in normaler Weise.

Die einzelnen Erscheinungen sind weiter unten im Zusammenhange abgehandelt.

Die Strahlenempfindlichkeit der Mundhöhlenschleimhaut ist beim Erwachsenen verhältnismässig gering, jedoch grösser, als die der äusseren Haut des Gesichts (Schreus). Diese zeigt sich im Vergleich mit anderen Hautregionen als am widerstandsfähigsten (Seitz u. Wintz). Die besonders geringe Empfindlichkeit der Wange hebt Flaskamp auf Grund seiner Protokolle hervor. Wenn man eine Erklärung hierfür sucht, so dürfte es naheliegen, diese mit ihrer unbedingt vorhandenen Widerstandskraft äusseren Reizen und mechanischer Beanspruchuug gegenüber in Verbindung zu bringen. Dasselbe scheint auch für die Zunge zu gelten, denn meines Wissens sind klinisch wahrnehmbare Veränderungen bisher nicht bekannt geworden. Die übrigen Teile, besonders

die Schleimhaut des weichen Gaumens und der Waldeyersche Rachenring sind strahlenempfindlicher.

In ihren einzelnen Phasen und bezüglich der Reaktion auf die Grösse der angewandten Dosen entsprechen die Veränderungen der Mundhöhlenschleimhaut denen der äusseren Haut.

Der Frühreaktion entsprechend entwickelt sich zunächst im Anschluss an die Bestrahlung ein Erythem. Bei stärkerer Dosis treten Stomatitiden mit Belägen, Erosionen und ödematöser Schwellung der Schleimhaut auf, die letztere besonders ausgeprägt an Gaumenbögen, Uvula und Tonsillen sowie dem Pharynx bei Bestrahlung der Halsgegend. Vielfach findet man dann auch den Aditus laryngis schmutzig blassrötlich verfärbt und mit einem schleimig eitrigen Sekret bedeckt. Dabei bestehen besonders bei Störung der Speichelsekretion Schmerzen und Schluckbeschwerden. Die Erscheinungen klingen schnell wieder ab und sind also als verstärkte Frühreaktion aufzufassen.

Den reversiblen Veränderungen der Frühreaktion stehen die der Hauptreaktion entsprechenden schweren Gewebsschäden gegenüber. Dieses Stadium ist in leichteren Fällen durch eine harte fibröse Verdickung der Schleimhaut und des subcutanen Fettgewebes mit damit verbundener Schwellung und Infiltration der regionären Lymphdrüsen gekennzeichnet. Bei stärkerer Strahleneinwirkung wurden Flächeneiterungen und atypische Ulcerationen von langer Dauer sowie Nekrosen beobachtet. Hervorzuheben wäre noch die Neigung des Röntgenulcus, auf den Knochen überzugreifen, wodurch in Gemeinschaft mit der Bakterieninvasion der primär schon veränderte Knochen zur Nekrose kommen kann, sodass Perforation des Palatums oder Nekrose des Unterkieferknochens nicht selten die Folge sind. Die Ver-

änderungen sind sehr schmerzhaft und von Schluckbeschwerden begleitet, wenn sie sich auf den hinteren Teil der Mundhöhle beziehen. Auftretende Heiserkeit ist als Symptom für die Beteiligung des Kehlkopfes zu werten.

Es ist schon länger bekannt, dass beim Auftreffen von Röntgenstrahlen auf Kronen- und Brückenarbeiten in der Mundhöhle von diesen Sekundärstrahlen ausgehen. Bei Röntgenaufnahmen machen sie sich dadurch bemerkbar, dass an den Stellen, wo der Film dem Metall am nächsten ist, ein bedeutend dichterer Schatten erscheint, als an den Stellen, wo ein Zwischenraum besteht. Auch diese Sekundärstrahlen können eine, wenn auch nur oberflächliche biologische Wirkung entfalten. Rost beobachtete mehrfach Erscheinungen an der Wangenschleimhaut, die er auf die zu der einfachen Strahlenwirkung hinzukommende Sekundärstrahlung zurückführen konnte. Zum Schutz der Schleimhaut empfahl er deshalb in solchen Fällen die Abdeckung der betreffenden Metallarbeiten mit Plastilin.

Ob neuralgische Schmerzen im Trigeminusgebiet wie sie in dem von Gotthard beschriebenen Fall auftraten, auf die Röntgenstrahlenwirkung zurückzuführen sind, ist sehr zweifelhaft, denn es wurden bei fast allen Fällen selbst schwerster Röntgenschädigung weder Neuralgien, noch andere Erscheinungen an Nervenstämmen beobachtet.

Bei einer gewissen Disposition entsteht manchmal nach Bestrahlung im Bereiche des Zentralnervensystems oder paravertebraler Applikation ein Herpes zoster, wobei auch die Mundhöhle betroffen sein kann.

So berichtet Kahl einen Fall von Herpes zoster cervicosubclavicularis et dorsopectoralis 7 Monate im Anschluss an eine Röntgenbestrahlung der rech-

ten Brustgegend einer 67 jährigen bisher vollkommen gesunden Frau; in diesem Fall traten auch auf der rechten Gaumenhälfte einige Bläschen auf. Das Erscheinen von Trigeminusneuralgien während und nach der Abheilung bestätigte neben den Herpeseffloreszenzen in der Mundhöhle die Diagnose. Kahl denkt an einen endogenen latenten Hautfaktor, der zusammen mit der Bestrahlung die Kombinationsschädigung hervorruft.

Auch Schreus vermutet in einem von ihm beobachteten ähnlichen Fall Zusammenhang mit der Bestrahlung.

Mit den Veränderungen der sensiblen Nervenendigungen in der Mundhöhlenschleimhaut beschäftigen sich Case und Boldyreff. Nach ihren Beobachtungen nimmt die Sensibilität gegenüber elektrischen Reizen nach der Bestrahlung mit hohen Dosen etwa einen Monat lang ab, um dann nicht ganz zur Norm zurückzukehren. Besonders macht sich auch eine Abnahme der Geschmacksempfindung bemerkbar.

Bei beidseitiger Bestrahlung mit $^1/_2$ HED im Bereich der Mundhöhle ist nach Borak die Störung des Geschmackssinnes so gross, dass die Patienten die verschiedenen Geschmacksqualitäten wie süsse und salzige Speisen etwa 2 Wochen lang überhaupt nicht unterscheiden können.

Case und Boldyreff beobachteten ferner ein Abnehmen der Koordinationsfähigkeit für die Kau- und Schluckbewegungen, was nach ihrer Ansicht ebenfalls wohl auf einer Schädigung der entsprechenden sensiblen Nervenendigungen beruht.

Eine Schädigung motorischer Nerven ist nicht bekannt.

Die direkten Veränderungen an den Hartsubstanzen der Mundhöhle, Kieferknochen und Zähnen, beziehen sich weniger auf die voll ausgebildeten Organe

als vielmehr auf die Fruchtschädigung der graviden Mutter, sowie die am wachsenden Kiefer und Gebiss auftretenden Störungen durch zu hohe Strahlendosen.

Bei den Fruchtschädigungen treten die Veränderungen des Kopfes der sogenannten „Röntgenkinder" besonders stark in den Vordergrund. Die meist imbezillen, in Grösse und Gewicht weit hinter dem Normalen zurückgebliebenen Neugeborenen zeigen dann fast regelmässig, oft noch von anderen Missbildungen begleitet, das Bild der Mikrocephalie uud des Mongolismus. An derartigen Kindern wurden nun auch Erscheinungen an Kiefern und Zähnen gefunden.

Zappert stellte an Hand von 21 aus der Literatur bekannten Fällen von Fruchtschädigung bei Bestrahlung im 2.—3. Monat Zahn- und Kieferveränderungen nur bei gleichzeitigem Vorhandensein der Mikrocephalie und des Mongolismus fest. Die Veränderungen bestehen in Verzögerung des Kieferwachstums sowie verspätetem Zahndurchbruch.

Leist untersuchte 6 typische Fälle dieser Art wobei er Gelegenheit hatte, in einigen Fällen mehrere Nachkontrollen vorzunehmen. Zusammen mit dem oben beschriebenen pathologischen Bilde fand er irreguläre und verspätete Durchbruchszeiten der Milchzähne (etwa 6—10 Monate).

Ein solcher Fall Stettners gibt eine gute Vorstellung der Zahnverhältnisse.

im Alter von 12 Monaten: kein Zahn,

im Alter von 21 Monaten: $\frac{\text{I} \mid \text{I} \quad \text{IV V.}}{\text{II} \mid}$

im Alter von 27 Monaten: sämtliche, ausser I. l. o.

Dafür, dass nicht nur eine allgemeine, sondern besonders auch eine örtliche Strahlenwirkung vorliegt sprechen die stark hervortretenden Erscheinun-

gen am Kopf sowie das Auftreten von Pigmentflecken an verschiedenen Stellen des Körpers als Folge einer intrauterinen Röntgendermatitis, wie sie in einem Fall von Schreiber beschrieben wurden.

Von Deutsch und Naujoks konnte ferner ein Zurückbleiben des Unterkieferwachstums unter dem Bilde der Mikrognatie und von Kupferberg die Andeutung einer Gaumenspalte beobachtet werden. Beide Bilder dürften wohl die Folge einer wachstumshemmenden Röntgenstrahleneinwirkung sein, denn auch die anderen typischen Merkmale der intrauterinen Röntgenschädigung waren vorhanden.

Leist gebührt das Verdienst, die Veränderungen am wachsenden Zahn und Kieferknochen klar herausgearbeitet zu haben. Zu diesem Zweck unternahm er Versuche an jungen Hunden mit hohen Dosen. Untersuchungen, die er ebenfalls an jungen Ratten durchführte, erscheinen mir wegen der zu grossen biologischen Unterschiede der Nagezähne gegenüber den menschlichen von geringerem Wert. An Hand von einigen Röntgenaufnahmen der betreffenden Hundekiefer gibt Leist ein klares Bild der Wachstumshemmung. Immer fand er den röhrennahen Kiefer einige Zeit nach der Bestrahlung kleiner, als den röhrenfernen und beide wieder kleiner als die Kiefer des Kontrolltieres. Ebenso verhält es sich mit den Zähnen, bei denen sich jedoch die Wachstumshemmung besonders auf die Wurzeln erstreckt. Bei einzelnen Zähnen, die offenbar einer besonders starken Bestrahlung ausgesetzt worden waren, stellte er Wachstumstillstand — wohl infolge gänzlichen Aufhörens der Odontoblastentätigkeit — und Ausfall der Zähne fest, den er auf eine Schädigung des Periodontiums und des Processus alveolaris zurückführt.

Nach Leists Zusammenfassung bewirkt starke Bestrahlung der noch Milchzähne tragenden Kiefer

junger Hunde Verlängerung des Durchbruchs bleibender Zähne, Verringerung des Wachstums derselben, vor allem der Wurzeln, Verminderung des Kieferwachstums, Lockerung und Ausfall einzelner bleibender Zähne und geringe Stellungsanomalien.

Auch von anderen Autoren wie Récamier, Bergrath, Försterling wurden Wachstumsstörungen an den Kiefern junger Tiere beobachtet.

Dasselbe Verhalten kann man wohl vom menschlichen Gebiss annehmen, wenn auch die Beobachtungen hier sehr lückenhaft sind.

Nach Lupusbestrahlungen wurde mehrfach bei jüngeren Individuen ein Zurückbleiben der bestrahlten Gesichtshälfte insbesondere der Kieferknochen beobachtet (Walter, Hahn u. a.) Wachstumshemmend wirken nach Flaskamp Dosen von 25—50% HED. Heyn untersuchte bei einer derartigen Wachstumsstörung der Kiefer eines jungen Kindes die Strahlenwirkung auf den fertigen Zahn und stellte reticuläre Atrophie der Pulpa desselben fest.

Auch Leist fand bei histologischer Untersuchung der Hundezahnpulpen vakuoläre Degeneration der Odontoblastenschicht und beginnende reticuläre Atrophie der Pulpa. Weiter berichtet er, dass die Knochentrabekel verschmälert erscheinen und das Mark eine mehr fibröse Struktur mit wenig Gefässen ähnlich dem senilen Mark aufweist. Die Sharpeyschen Fasern des Periodontiums sind vermindert und erscheinen aufgelockert.

Die von Leist am Menschen durchgeführten Vitalitätsprüfungen nach Bestrahlung brachten kein positives Ergebnis. Es ist dies dadurch erklärlich, dass die Nervenfasern erst in letzter Linie durch Röntgenstrahlen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden, während eine Schädigung der übrigen Gewebsbestandsteile der Pulpa schon eingetreten sein kann.

Bei herabgesetzter Vitalität kann man also auf eine Röntgenschädigung schliessen, niemals jedoch bei voll erhaltener ein solche ausschliessen.

Wie auch aus Gotthards Fall hervorgeht haben wir trotz der aussergewöhnlich hohen Dosen keine Herabsetzung der Vitalität, trotzdem wohl eine Pulpenschädigung als sicher anzunehmen ist. Die grosse Cariesanfälligkeit und das Verlorengehen des Schmelzes sind nicht auf direkte Strahlenwirkung zurückzuführen, vielmehr auf Versiegen des Speichelflusses. Dies Verhalten der Zähne beim Krankheitsbild der Xerostomie ist bekannt und wird als „galoppierende Caries" bezeichnet.

Eine direkte Veränderung des fertig ausgebildeten gesunden Knochens wurde bisher nicht festgestellt (Flaskamp); jedoch ist eine solche des Periodontiums und des Kieferknochens sehr wohl möglich, wie folgende Fälle aus der Literatur zeigen.

Leist berichtet von einem Arbeiter einer Röntgenfabrik, der nach halbjähriger Tätigkeit, während der sein Gesicht besonders der Strahlenwirkung ausgesetzt war, an drei oberen Frontzähnen und einem Molaren ohne vorhergegangene Pulpitis periostitische Erscheinungen aufwies. Die Vitalität der übrigen Zähne war herabgesetzt. Der Umfang der Erkrankung sowie die Vitalitätsverminderung lassen nur an eine Röntgenschädigung denken, wenn man auch der marginalen Infektion als Kombinationstrauma eine gewisse Bedeutung zugestehen muss.

Jüngling bestrahlte ein Unterkieferkarzinom beidseitig mit je 4 HED in der Zeit von 4 Monaten; 3 Monate später traten periostitische Symptome auf. Die Zähne werden extrahiert, worauf jedoch die Eiterung fortbestand und sich dann ein Sequester demarkierte.

Stark beobachtete $1^1/_2$ Jahre nach Bestrahlung mit je 5 HED im Oberkiefer partielle Nekrose des Mittelteils des Processus alveolaris sowie Lockerung und Ausfall der Frontzähne mit daran befindlichen Knochenteilchen. Er hält als Infektionsquelle und zweiten Faktor einer Kombinationschädigung den Zahnstein für möglich. In den beiden letzteren Fällen handelt es sich auch m. E. um die stärkere Auswirkung einer entzündlichen Infektion im primär durch die hohen Dosen geschädigten Gewebe.

Schwerere, im Verlauf einander ähnliche Fälle wurden von Partsch, Rahm und Perthes beschrieben.

Perthes unterwarf nach Operation eines Unterlippenkarzinoms beide Submaxillargegenden mit je viermal 1 HED einer prophylaktischen Nachbestrahlung. Kurz vor der dritten Bestrahlung erfolgte Ausräumung der rechten Submaxillartasche. Nach fünf Monaten trat links eine Aveolareiterung und nach 7 Monaten ein Röntgenulcus am Rande des linken Unterkiefers auf. Bald darauf musste der linke Unterkiefer wegen Nekrose desselben resiziert werden. Nach 16 Monaten entstand auch auf der rechten Seite ein Röntgenulcus, das ebenfalls zur Resektion des betreffenden Kiefers führte.

Perthes folgert, dass durch Entzündungsvorgänge und ein durch die Röntgenstrahlen hervorgerufenes chronisch indurierendes Oedem die Lymph- und Blutzirkulation gestört werden, sodass ungünstige Verhältnisse für eine Operation bestehen. Ferner ist er der Überzeugung, dass der gesunde Knochen eine hohe Strahlenresistenz besitzt, und die Erscheinungen auf einer Kombinationswirkung beruhen.

In einem weiteren Fall, wo die Erscheinungen des Periodontiums das Bild beherrschten, konnte ich selbst die Anamnese aufnehmen. Nach einmaliger Bestrah-

lung zwecks Epilation bei einer beidseitigen Sykosis barbae eines 32-jährigen Patienten mit gesundem Zahnsystem stellte sich ausser einem Erythem der Gingiva einige Tage im Anschluss an die Bestrahlung eine erhebliche Lockerung sämtlicher Zähne besonders der des Unterkiefers ein, sodass der Patient nur weiche Speisen zu sich nehmen konnte. Die Zeit der starken Lockerung betrug etwa 8—10 Tage, worauf die Zähne langsam wieder fest wurden. Bei guter Mundpflege traten keinerlei parodontische Erscheinungen auf. Zurückgeblieben sind keine Veränderungen in der Mundhöhle, jedoch stellte sich an einigen Stellen der äusseren Haut der Bartwuchs nicht wieder ein, woraus hervorgeht, dass eine Überdosierung vorlag. Ich glaube aus diesem Fall schliessen zu dürfen, dass die Strahlenempfindlichkeit der Wurzelhaut etwa der der Mundhöhlenschleimhaut entspricht.

Aus diesen Fällen kann man ersehen, dass durch Übergreifen eines infektiösen Prozesses auf Periost und Knochen auf dem Wege über das geschädigte Periodontium, das infolge seines anatomischen Baues und seiner biologischen Beanspruchung Schädigungen mechanischer und bakterieller Art leicht unterworfen ist, durch hohe Röntgendosen schwere Kombinationstraumen des Knochens hervorgerufen werden können. Ferner geht daraus hervor, dass der bestrahlte Knochen bakteriellen Reizen gegenüber eine verminderte Resistenz besitzt, was nur die Folge einer klinisch allerdings nicht festzustellenden Strahlenschädigung sein kann. Dasselbe trifft für die Wurzelhaut zu. Die histologische Bestätigung ergeben die Tierversuche von Leist, die oben erwähnt wurden.

Streng genommen muss man beim erwachsenen Individuum alle stärkeren Röntgenveränderungen der Schleimhaut sowie des Periodontiums und der Kieferknochen zu den Kombinatinationsschäden rechnen.

Bakterien befinden sich in der Mundhöhle in grosser Zahl immer und ihr ursächliches Mitwirken an den Veränderungen dieser Organe, die man der Strahlenwirkung zuschreibt, kann nicht bestritten werden. Bei Vorhandensein dieser Erscheinungen sind fast immer die Speicheldrüsen von der Schädigung betroffen, sodass der verminderte oder fehlende Speichelfluss als dritte Komponente hinzukommt. Wenn man nun berücksichtigt, dass aus der Literatur Fälle bekannt sind, wo schon der Reiz eines Narkosemittels, der Lokalanaesthesie oder überhaupt einfache mechanische oder andere Reize als Kombinationstrauma genügten, um Schädigungen herbeizuführen, so kann man ermessen, wie schwer festzustellen ist, inwieweit den Röntgenstrahlen dabei eine ursächliche Bedeutung zukommt.

Die Veränderungen, die die Röntgenstrahlen an den Speicheldrüsen hervorrufen, bewirken eine Verminderung der Sekretion oder gänzliches Aufhören des Speichelflusses, je nach Höhe der Dosis.

Nach v. Spindler genügen schon 30% HED und mehr, um eine tage- bis wochenlang verminderte Salivation hervorzurufen.

Bereits 3—8 Stunden nach mittelgrosser Bestrahlung tritt eine vorübergehende Trockenheit im Munde ein. Etwa 3 Wochen später kann eine zweite länger anhaltende folgen entsprechend der Früh- und Hauptreaktion (Holzknecht).

Pordes, Jüngling, Hohlfelder Krecke u. a. berichten ebenfalls diese Degenerationserscheinungen mit temporärer Verödung, wobei Jüngling in der der Frühreaktion entsprechenden Zeit schmerzhafte Schwellung der Drüsen und Krecke in einem Fall Parotisschwund im Anschluss an die Bestrahlung feststellten.

Case und Boldyreff stellten an Hundeversuchen fest, dass die Speichelsekretion dieser Tiere innerhalb eines Monats bis auf den vierten bis fünften Teil der Norm abnahm, um dann allmählich wieder zu steigen. Nach ihrer Ansicht spielt neben direkter Drüsenbeeinflussung die Sensibilitätsherabsetzung der Mundhöhlenschleimhaut eine Rolle, wodurch auf reflektorischem Wege eine Sekretionsverminderung stattfindet.

Pordes nimmt auf Grund seiner Theorie über die Zellvorgänge an, dass direkt nach der Bestrahlung das „labiler" gebaute Plasma der Drüsenzelle in hohem Grade geschädigt ist und schnell und heftig erkrankt, sodass die Zelle, bis vom Kern aus eine Restitutio eingetreten ist, ihre Funktion einstellt. Die Erkrankung des Zellkerns tritt weniger leicht ein, und Erscheinungen machen sich garnicht oder erst später an ihm bemerkbar, können allerdings dann bei schwerer Kernschädigung zur völligen Einstellung der Sekretionstätigkeit führen. Dieser Zeitpunkt entspricht der Hauptreaktion.

Borak trennt das subjektive Gefühl der Trockenheit scharf von der objektiv feststellbaren Speichelverminderung. Er fand es auffallend, dass zu einer Zeit, wo die Patienten über starke Trockenheit in der Mundhöhle klagen, diese noch durchaus feucht gefunden wird, und dass man gelegentlich noch sehr viel Speichel feststellen kann. Diese Beobachtungen machte er besonders bei Behandlung gesteigerter Salivation mit Röntgenstrahlen. Dabei macht sich ein Trockenheitsgefühl schon 1—2 Tage nach der Bestrahlung bemerkbar und hält etwa eine Woche lang an. Erst wenn diese Empfindung vollkommen geschwunden ist, ist objektiv eine Verminderung des Speichelflusses nachweisbar. Sie tritt jedoch nicht nur später ein, sondern hält auch länger an, als die

Trockenheitsempfindung. Borak zieht daraus den Schluss, dass die Empfindung der Trockenheit einer direkten Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die rezeptiven nervösen Sinnesendkörperchen in der Mundhöhlenschleimhaut zuzuschreiben ist.

Von den durch die Xerostomie in der Mundhöhle hervorgerufenen Erkrankungen wurde die der Zähne schon oben erwähnt. Ausserdem wird aber auch die Schleimhaut in ihrer Resistenz gegen bakterielle Invasion geschwächt, sodass Stomatitiden sehr leicht auftreten können.

Klinisch sind die Veränderungen der Speicheldrüsen auch insofern von Bedeutung, als sie therapeutisch ausgenutzt werden können. Hohlfelder hatte bei Behandlung der Mikuliczschen Krankheit mit 50—60% HED vortreffliche Erfolge. Auf derselben Grundlage erreichten Kaess u. a. durch temporäre Ausschaltung der Parotis bei Behandlung von Speichelfisteln sogar in sehr resistenten Fällen die Ausheilung.

In dem von Gotthard veröffentlichten Fall ist die starke Trockenheit in der Mundhöhle bei der hochgradigen Überdosierung mit Sicherheit auf eine direkte Schädigung der Speicheldrüsen zurückzuführen. Inwieweit nun die Schleimhautveränderungen Folge der Xerostomie oder einer direkten Strahlenwirkung sind, ist nicht mit Sicherheit zu erkennen. Es ist jedoch anzunehmen, dass zumal bei den hohen Dosen in diesem Fall beide Faktoren zusammengewirkt haben.

Zusammenfassung.

Die Organe der Mundhöhle unterliegen bezüglich der sie betreffenden Röntgenveränderungen denselben Gesetzen, wie die zugehörigen Zellgruppen anderer Körperregionen. Fast immer tritt auf Grund der auf sie einwirkenden Reize mechanischer und bakterieller Art eine Komplizierung der Erscheinungen im Sinne der Kombinationsschädigung ein.

Kleinere Dosen bewirken durch Schädigung sensibler Nervenendigungen in der Schleimhaut und direkte Beeinflussung der Speicheldrüsen verminderte Salivation. Bei stärkerer Bestrahlung kann es zum völligen Versiegen des Speichelflusses kommen. Das hierdurch in der Mundhöhle hervorgerufene Krankheitsbild der Xerostomie besteht in entzündlichen Veränderungen der Schleimhaut und „galoppierender Caries" der Zähne.

Die Mundhöhlenschleimhaut reagiert der Frühreaktion der äusseren Haut entsprechend zunächst mit einem Erythem, bei höherer Dosis mit ödematöser Schwellung und Stomatitiden. Die Erscheinungen klingen schnell wieder ab.

Die Hauptreaktion zeigt in leichteren Fällen eine harte oedematöse Verdickung der Schleimhaut und Stomatitiden, bei stärkerer Überdosierung treten Ulcera und Nekrosen auf. Die Sensibilität und Geschmacksempfindung nimmt etwa einen Monat lang ab und kehrt dann nicht ganz bis zur Norm zurück. Die Koordinationsfähigkeit für die Kau- und Schluckbewegungen kann gestört sein. Bei besonderer Disposition können Neuralgien und Herpes zoster ausgelöst werden.

Wachstumshemmung der Kiefer und Zähne ist schon durch intrauterine Strahlenschädigung möglich. Sie wird in Verbindung mit der Mikrocephalie und

dem Mongolismus der sogenannten Röntgenkinder gefunden. Bei diesen tritt eine erhebliche Verzögerung der Milchzahndurchbruchzeiten ein.

Die wachstumshemmende Wirkung der Röntgenstrahlen wirkt sich auch nach der Bestrahung jugendlicher Kieferknochen und Zähne aus. Am Zahn ist besonders das Wurzelwachstum betroffen. Höhere Dosen können zur Degeneration der Pulpa und durch Schädigung des Periodontiums zum Ausfall von Zähnen führen.

Der fertig ausgebildete gesunde Knochen besitzt eine hohe Strahlenresistenz. Durch Infektion bestrahlten Knochens kommen Nekrosen vor. Relativ häufig sind periodontische Erscheinungen, wobei neben der Röntgenschädigung ebenfalls der Infektion und mechanischen Reizen als Ursache eine Bedeutung zukommt.

Am Schluss meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Rost für die freundliche Überlassung des Themas und für seine Anregungen meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Borak: Sitzungsber.der Wiener Ges. für Röntgenkunde 5. V. 1931
Case u. Boldyreff: The American Journal of Roentgenology Band 13 1925, Nr. 2.
Chantraine: Verhandlungen der deutschen Röntgengesellschaft. Band 15, 1924, Seite 155.
Flaskamp: Über Röntgenschäden und Schäden durch radioaktive Substanzen 1930.
Gotthard: Verhandlungen der deutschen Röntgengesellschaft. Band 13 1922, Seite 139.
Gnant: Zentralblatt für Chirurgie 1923, Nr. 16.
Hahn: Münchner medizinische Wochenschrift 1900, Nr. 10.
Hofmeister: Münchner med. Wochenschrift 1922, Nr. 49.
Jüngling: Röntgenbehandlung chirurgischer Krankheiten 1924. Strahlentherapie Band 15 1923, Nr. 1.
Kaeß: Zentralblatt für Chirurgie 1923, Nr. 1.
Kahl: Verhandlungen d. Deutschen Röntgengesellschaft. Band 17. 1926, S. 65.
König: Münchner medizinische Wochenschrift 1923, Nr. 18.
Leist: Strahlentherapie Band 22 1926, Nr. 3.
— Strahlentherapie Band 24, 1927, Nr. 2.
— Zeitschrift für Stomatologie Band 23 1925, Nr. 9.
— Zeitschrift für Stomatologie Band 24 1926, Nr. 5. 10..
— Correspondenzblatt für Zahnärzte Band 50, 1926, Nr
Meier: Deutsche med. Wochenschrift Band 26 1923, Nr. 5.
Marschik, Monatschrift f. Ohrenheilkunde nnd Laryngo-Rhinologie 1921, S. 1445.
Misch: Fortschritte der Zahnheilkunde 1928, Bd. 4, S. 22.
Münzesheimer u. Kuppenheim: Leitfaden der systematischen Röntgenuntersuchung in der Zahnheilkunde.
Partsch: Deutsche med. Wochenschrift, Band 30 1927, Nr. 1.
Perthes: Archiv f. klin. Chirurgie 1923 (Festschrift für W. Körte)
Plaut: Verhandlungen d. Deutschen Röntgengesellschaft, Bd. 21 1930, S. 122.
Pordes: Strahlentherapie Band 24 1927, Nr. 1.
— Wiener klin. Wochenschrift 1925, Nr. 41.
Rost: Hautkrankheiten 1926.
Ritter, Rost u. Krüger: Strahlentherapie Band 5 1914, Nr. 1.
Schreiber: Presse médicine 1925 Nr. 97, S. 1609.
Schreus: Verhandl. der Deutschen Röntgengesellschaft Bd. 17, 1926, S. 65.
— Sitzungsbericht der Bonner Röntgenvereinigung 29. I. 23.
v. Spindler: Fortschritte der Therapie 1932 Nr. 4.
Stettner: Jahrbuch für Kinderheilkunde 1921, S. 95.
Uhlmann: Indikation und Methodik der Strahlenbehandlung bei Hautkrankheiten 1930.
Walter: Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen Bd. 19 1912 S. 123.
Zappert: Archiv für Kinderheilkunde Band 80 1926 Nr. 1.
— Wiener klin. Wochenschrift 1924, Nr. 36
— Wiener klin. Wochenschrift 1925 Nr. 12 und 24.

Lebenslauf.

Als Sohn des Zahnarztes Dr. Ochsen wurde ich am 3. 4. 1906 in Eutin (Holstein) geboren. Dort besuchte ich auch die Schule, verliess jedoch das Gymnasium aus der Obersekunda und absolvierte eine kaufmännische Lehrzeit. Im Anschluss daran bestand ich nach zweijährigem Besuch der Schleswig-Holsteinischen Bildungsanstalt in Plön Ostern 1929 die Reifeprüfung. Im S. S. 1929 begann ich das Studium der Zahnheilkunde in Freiburg, wo ich nach drei Semestern die zahnärztliche Vorprüfung ablegte. Ein Semester später verliess ich Freiburg und studierte zwei weitere klinische Semester in Berlin. Nachdem ich das vierte klinische Semester in Freiburg absolviert hatte, bestand ich im Herbst 1932 die zahnärztliche Hauptprüfung.